

51

Int. Cl.:

.F 01 k, 7/40

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.:

14 h, 7/40

10

11

21

22

23

Offenlegungsschrift 1 811 008

Aktenzeichen: P 18 11 008.2

Anmeldetag: 26. November 1968

Offenlegungstag: 2. April 1970

Ausstellungspriorität: —

24

Unionspriorität

25

Datum: 11. September 1968

26

Land: Schweiz

27

Aktenzeichen: 13851-68

54

Bezeichnung: Einrichtung zur Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades einer Dampfturbinenanlage bei Teillast

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz)

Vertreter: Kluge, Dr.-Ing. Heinz, Patentanwalt, 7891 Kadelburg

72

Als Erfinder benannt: Schwarzenbach, Alfred, Wettingen (Schweiz)

55

Rechercheantrag gemäß § 28 a PatG ist gestellt

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DT-PS 482 635

DT-PS 550 827

DT-AS 1 015 008

DT 1811008

1811008

106/68
DrW/ub

Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz)
=====

Einrichtung zur Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades
einer Dampfturbinenanlage bei Teillast

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades einer Dampfturbinenanlage bei Teillast, mit Vorwärmung des Speisewassers durch Anzapfdampf auf maximal 55 % der entsprechend dem Frischdampfdruck theoretisch möglichen Erhöhung der Enthalpie über die Kondensatenthalpie.

Alle heutigen Dampfturbinenanlagen mit Leistungen über 50 MW haben eine vielstufige Vorwärmung mit Anzapfdampf zur Aufwärmung des Speisewassers. Die Temperatur des Speisewassers am Kesseleintritt und die Anzahl der Vorwärmerstufen werden weitgehend durch wirtschaftliche Ueberlegungen bestimmt. So ist die Austrittstemperatur aus dem letzten Vorwärmer, in Strömungsrichtung des Speisewassers gesehen, bei konventionellen Dampf-

009814/1227

kesseln durch die Erfordernisse für einen guten Kesselwirkungsgrad unterhalb des thermischen Optimums begrenzt. Bei Kernkraftwerken liegt sie oft viel tiefer, was darauf zurückzuführen ist, dass das im Reaktor aufzuwärmende Speisewasser gleichzeitig als Kühlmittel dient und daher seine Eintrittstemperatur nicht so hoch liegen darf.

Bei allen diesen Ausführungen ist die Vorwärm-Endtemperatur des Speisewassers bei Vollast oder einer Optimallast festgelegt, Sie sinkt bei Teillast entsprechend den fallenden Anzapfdrücken, die ungefähr proportional mit der Frischdampfmenge abnehmen, ab, was sich besonders ungünstig auswirkt, wenn die Vorwärmung des Speisewassers bei Vollast nur auf die Hälfte oder noch weniger der theoretisch möglichen Erhöhung der Enthalpie über die Kondensatenthalpie erfolgt. Zur Abhilfe ist es bekannt, den letzten Vorwärmer mit dem höchsten Dampfdruck als Mischvorwärmer auszubilden, der auf eine bestimmte Austrittstemperatur eingeregelt ist. Diese wird auch bei abnehmender Last annähernd konstant gehalten, indem die zugehörige Anzapfung umschaltbar ist und daher der Druck im Vorwärmer auch bei tiefen Teillasten aufrechterhalten werden kann. Die Anzapfungen für sämtliche Vorwärmer umschaltbar auszuführen ist zu kompliziert. Ist hingegen nur der letzte, der Mischvorwärmer umschaltbar, so ist die Aufwärmspanne bei Teillast abnormal gross, somit thermodynamisch ungünstig und der Nutzen relativ gering.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei Dampfturbinenan-

009814/1227

lagen, deren Vorwärmung des Speisewassers bei Vollast begrenzt ist, den mit sinkender Last abnehmenden thermischen Wirkungsgrad zu verbessern. Dieses Ziel wird durch mindestens einen zusätzlichen Oberflächen-Vorwärmer erreicht, der in Strömungsrichtung des Speisewassers dem letzten Vorwärmer mit dem höchsten Dampfdruck nachgeschaltet und nur bei Teillast von einer Stufe der Turbine beaufschlagt ist, deren Dampfdruck höher ist als der Dampfdruck der Stufe für den letzten Vorwärmer, und der wasserseitig ständig durchströmt, aber nur für die Speisewassermenge bei einer festgelegten Teillast, vorzugsweise Halblast, ausgelegt ist, während bei höherer Last ein Teil der Speisewassermenge durch einen bei der festgelegten Teillast oder darunter geschlossenen Bypass um den zusätzlichen Vorwärmer strömt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert, in der als Ausführungsbeispiel eine Dampfturbinenanlage schematisch dargestellt ist. Diese besteht im wesentlichen aus der Hochdruck-Turbine 1 und der Niederdruck-Turbine 2, die den elektrischen Generator 3 treiben. Der im Kondensator 4 niedergeschlagene Dampf wird als Speisewasser von der Kondensatpumpe 5 und der Kesselspeisepumpe 6 den anzapfdampfbeheizten Vorwärmern zugeführt, von denen nur die Vorwärmer 7 und 8 dargestellt sind, um dann dem Dampferzeuger 9, beispielsweise einem Reaktor, zuzuströmen. Es ist dabei vorausgesetzt, dass aus betrieblichen Gründen die Vorwärmung des Speisewassers eine bestimmte Grenze nicht überschreiten darf.

009814/1227

Bei Teillast sinken die Anzapfdrücke ungefähr proportional der Frischdampfmenge und damit nimmt auch die erreichbare Vorwärm-Endtemperatur des Speisewassers ab, wodurch der bei Teillast ohnehin schon schlechtere Wirkungsgrad noch weiter absinkt. Um nun bei Teillast die Temperatur des Speisewassers, mit der es dem Dampferzeuger zuströmt, und damit den Wirkungsgrad zu erhöhen, ist dem in Strömungsrichtung des Speisewassers letzten Vorwärmer 8 ein zusätzlicher Oberflächen-Vorwärmer 10 nachgeschaltet. Er ist nur für die Speisewassermenge bei einer festgelegten Teillast ausgelegt und wird ständig vom Speisewasser durchströmt. Dampfseitig wird er über eine eigene Anzapfleitung 11 von einer Stufe der Turbine 1 beaufschlagt, deren Dampfdruck höher ist als der Dampfdruck der Stufe für den letzten Vorwärmer 8. Ferner ist noch ein Bypass 12 vorhanden, der wasserseitig um den Vorwärmer 10 herumführt.

Bei sinkender Belastung nehmen die Dampfdrücke und damit auch das Ausmass der Vorwärmung ab. Um den zusätzlichen Vorwärmer 10 durch Dampfbeaufschlagung wirksam werden zu lassen, genügt es, das Ventil 13 in der Anzapfleitung 11 zu öffnen, was durch einen Druckschalter ausgelöst werden kann, der anspricht, wenn der Druck des Speisewassers vor dem Vorwärmer 8 um z.B. 10 % abgesunken ist. Es kann dabei der Fall eintreten, dass das Speisewasser höher aufgewärmt wird als bei Vollast. Soll eine bestimmte Vorwärm-Endtemperatur nicht überschritten werden, dann erfolgt das Öffnen des Ventils 13 auf die gleiche Weise

009814/1227

es regelt aber den Druck im Vorwärmer 10 auf den gleichen Druck, der im Vorwärmer 8 bei Vollast herrscht.

Bei Vollast strömt ein Teil des Speisewassers durch den Vorwärmer 10 und der andere Teil durch den Bypass 12. Es wäre natürlich möglich, bei sinkender Belastung die Speisewasserführung so zu regeln, dass durch den zusätzlichen Vorwärmer 10 ständig die volle Menge geht, für die er ausgelegt ist, und der Bypass so gedrosselt wird, dass ihn nur die restliche Menge durchströmt. Das würde aber ein verhältnismässig kompliziertes Regelsystem voraussetzen. Es ist einfacher und genügt im allgemeinen den Erfordernissen, bei Absinken der gesamten Speisewassermenge auf die Auslegemenge des Vorwärmers 10 den Bypass 12 durch das Ventil 14 zu schliessen, was wieder durch einen Druckschalter erfolgen kann. Bei höherer als der festgelegten Teillast, für die aus wirtschaftlichen Ueberlegungen vorzugsweise die Halblast gewählt wird, öffnet er und wird wieder von einer Teilmenge des Speisewassers durchströmt.

Es sei noch erwähnt, dass statt eines einzigen zusätzlichen Vorwärmers auch mehrere verwendet werden können. Ihre dampfseitige Beaufschlagung kann gleichzeitig oder stufenweise erfolgen.

Die Anwendung der erfindungsgemässen Einrichtung bringt durch höhere Vorwärmung des Speisewassers bei Teillast eine Steigerung

des thermischen Wirkungsgrades. Vom wirtschaftlichen Standpunkt ist sie aber nur bei solchen Anlagen interessant, bei denen aus betrieblichen Gründen die Erhöhung der Speisewasserenthalpie über die Kondensatenthalpie bei Vollast auf 50 oder maximal 55 % des theoretisch möglichen Wertes begrenzt ist. Bei diesen Anlagen wirkt sich die Abnahme der Speisewasservorwärmung bei Teillast besonders stark aus, während bei Anlagen mit höherer als der angegebenen Enthalpieerhöhung die Verwendung der Einrichtung wegen der durch den zusätzlichen Vorwärmer bedingten grösseren Kosten unwirtschaftlich wird. Dieser kann verhältnismässig klein dimensioniert werden, da er nur für eine Teilmenge des Speisewassers auszulegen ist. Seine Regelung ist einfach und wirft keine besonderen Probleme auf.

009814/1227

P a t e n t a n s p r ü c h e:

1. Einrichtung zur Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades einer Dampfturbinenanlage bei Teillast, mit Vorwärmung des Speisewassers durch Anzapfdampf auf maximal 55 % der entsprechenden Frischdampfdruck theoretisch möglichen Erhöhung der Enthalpie über die Kondensatenthalpie, gekennzeichnet durch mindestens einen Oberflächen-Vorwärmer (10), der in Strömungsrichtung des Speisewassers dem letzten Vorwärmer (8) mit dem höchsten Dampfdruck nachgeschaltet und nur bei Teillast von einer Stufe der Turbine (1) beaufschlagt ist, deren Dampfdruck höher ist als der Dampfdruck der Stufe für den letzten Vorwärmer (8), und der wasserseitig ständig durchströmt, aber nur für die Speisewassermenge bei einer festgelegten Teillast, vorzugsweise Halblast, ausgelegt ist, und gekennzeichnet durch einen Bypass (12) um den zusätzlichen Vorwärmer (10), der bei der festgelegten Teillast und darunter geschlossen ist und bei höherer Last von einem Teil der Speisewassermenge durchflossen ist.

2. Einrichtung nach Patentanspruch 1, gekennzeichnet durch ein Regelventil (13) in einer Anzapfleitung (11) von der Turbine zum zusätzlichen Vorwärmer (10), das unterhalb der Vollast öffnet und den Druck im zusätzlichen Vorwärmer (10) auf annähernd den gleichen Druck einregelt, der bei Vollast im letzten Vorwärmer (8) herrscht.

Aktiengesellschaft
BROWN, BOVERI & CIE.

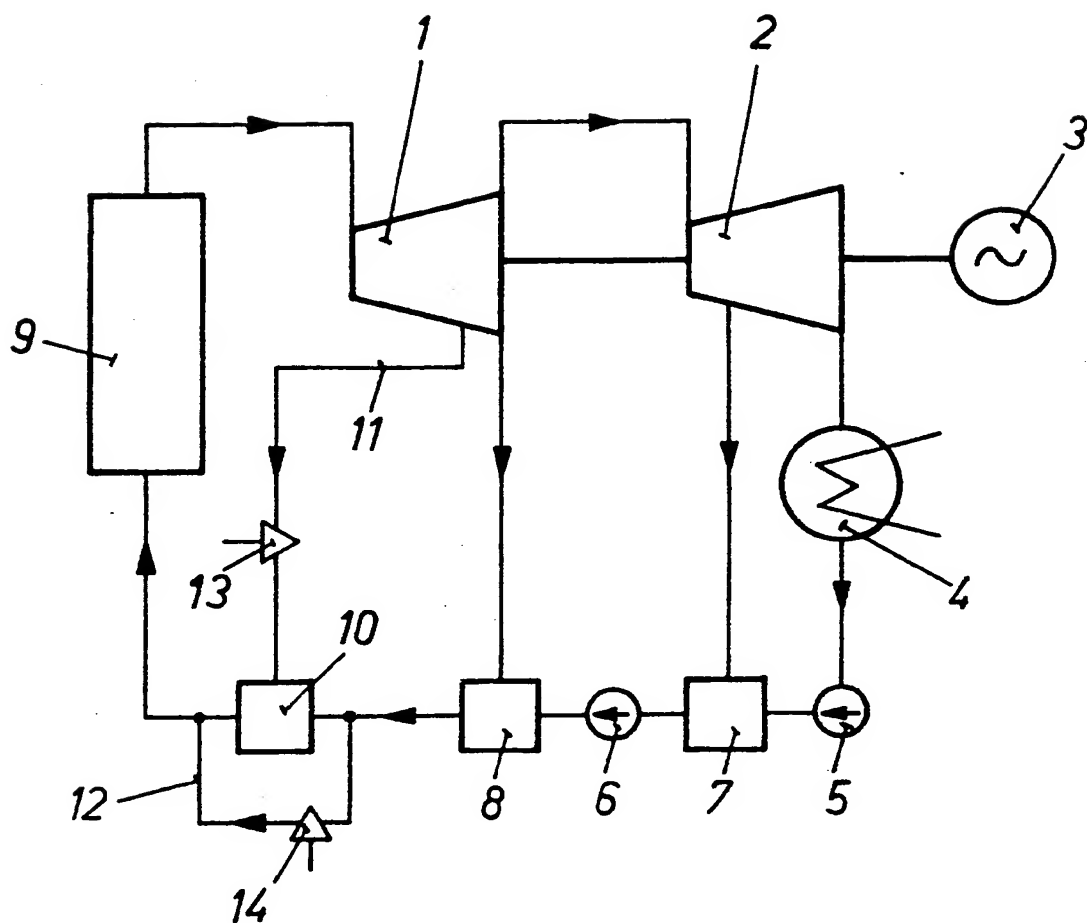


008814/1227

8
Leerseite

1811008

- 9 -



009814 / 1227